

УДК 631.4

**Андрей Степанович Домас¹, Наталья Валерьевна Шкуратова²,
Ирина Даниловна Лукьянчик³**

^{1,3}канд. с.-х. наук, доц. каф. биологических и химических технологий
Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина

²канд. биол. наук, доц. каф. биологических и химических технологий
Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина

Andrei Domas¹, Natalia Shkuratova², Irina Lukyanchik³

^{1,3}Candidate of Agricultural Sciences,

Associate Professor of the Department of Biological and Chemical Technologies
of Brest State A. S. Pushkin University

²Candidate of Biological Sciences,

Associate Professor of the Department of Biological and Chemical Technologies
of Brest State A. S. Pushkin University

e-mail: ¹domasandrei@gmail.com; ²shkuratova_n@tut.by; ³idl-27@tut.by

ГУМУСОВОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ Г. БРЕСТА*

Изучены показатели содержания и состава гумуса в почвах с различной техногенной нагрузкой на территории г. Бреста. Выявлено значительное варьирование гумусовых показателей в связи с искусственным происхождением большинства городских почв и различием в характере их использования. Показано, что в составе гумуса изученных урбанизированных территорий выявлено высокое содержание гуминовых кислот, а качественный состав гумуса определяется как гуматно-фульватный и фульватно-гуматный. Установлено, что усиление техногенного воздействия на почвенный покров ведет к снижению доли гидролизующихся гумусовых веществ и повышению доли негидролизующегося остатка.

Ключевые слова: гумус, почвы, урбанизированные территории, гуминовые кислоты, фульвокислоты, качество гумуса, урбоэкология.

Humus State of Soils in Brest

The indicators of the content and composition of humus in soils with various technogenic forms on the territory of the city of Brest were studied. Conclusions have been drawn about humus indicators in connection with the artificial conditions of the main basic soils and the peculiarities in the nature of their use. It has been shown that the humus composition of the studied urbanized areas contains a high content of humic acids, and the qualitative composition of humus is determined as humate-fulvate and fulvate-humate. It has been established that increased technogenic impact on the soil cover leads to a decrease in the proportion of hydrolyzable humic substances and an increase in the proportion of non-hydrolyzable residue.

Key words: humus, soils, urbanized territories, humic acids, fulvic acids, humus quality, urban ecology.

Введение

В ходе процесса урбанизации образовывается специфическая урбоэкосистема, под которой понимают нестабильную природную и антропогенную систему, которая искусственно создана и поддерживается человеком [1]. Такие экосистемы имеют меньшую рекреационную ценность, в отличие от ненарушенных экосистем в них происходит нарушение биокруговорота, сокращение биоразнообразия, идет накопление поллютантов, происходит их миграция в трофических цепях. Поверхностный слой почвы в городских условиях подвергается постоянному воздействию со стороны промышленных предприятий, автотранспорта, тепловых электростанций, процессов строительства, миграции потенциально токсичных элементов из свалок и открытых карьеров. Благодаря своим биогеохимическим свойствам и высокой емкости поглощения почва аккумулирует, сорбирует и разрушает огромное количество токсических соединений

Работа выполнена в рамках НИР «Оценка гумусового состояния и биологической активности почв урбанизированных территорий с различной техногенной нагрузкой» ГПНИ «Природные ресурсы и окружающая среда» на 2021–2025 гг. (№ госрегистрации 20211453 от 20.05.2021).

и становится практически единственным геохимическим барьером на пути миграции токсичных веществ в атмосферу города и грунтовые воды. Важнейшая роль в формировании биопротекторной функции почвенного покрова принадлежит специфическому почвенному органическому веществу – гумусу.

Будучи ведущим началом в образовании почвенного тела, гумус обладает, с одной стороны, значительной динамичностью и способностью откликаться на любые изменения окружающей среды или вмешательство человека, а с другой – представляет собой достаточно «консервативную» часть почвы, способную в определенных пределах противостоять возмущающим воздействиям, сохраняя экологический статус. В связи с этим изучение органического вещества почв является необходимым этапом при решении многих вопросов, связанных с рациональной эксплуатацией почвенных ресурсов, прогнозированием последствий технопедогенеза, а также созданием теоретических основ почвенного мониторинга урбоэкосистем [2; 3]. Гумусовое состояние сельскохозяйственных и нативных почв довольно хорошо изучено, однако составу гумуса городских почв, несмотря на его особую экологическую значимость, уделено гораздо меньше внимания исследователей.

Материалы и методы исследования

Объектами исследования выступили почвы г. Бреста с различным техногенным воздействием. Для достижения поставленной цели нами было отобрано 44 смешанных почвенных образца. Отбор почвенных образцов для исследования проводился тростьевым буром на глубину 0–20 см в период весна – осень 2021–2023 гг. Смешанный образец составлялся из 10 индивидуальных проб. Формирование смешанного образца почв в пределах придорожных и железнодорожных территорий производилось из 10 индивидуальных проб, взятых через каждые 10 м друг от друга вдоль дорожного полотна. Точки отбора индивидуальных образцов придорожных и железнодорожных почв располагались на расстоянии 1 м от полотна дороги. Почвенные образцы были сгруппированы по видам техногенного воздействия: почвы придорожных территорий, почвы, прилегающие к железнодорожному полотну (ЖД), почвы рекреационных территорий (парки, лесной массив, дворовые территории), почвы техногенных объектов (производственные предприятия, АЗС, котельная, автомойки).

Почвенные образцы подготавливали к анализу по стандартной методике (ГОСТ 17.4.4.02-2017). В почвенных образцах определяли валовое содержание органического вещества методом И. В. Тюрина (ГОСТ 26213-91) [4], качественный состав органического вещества – методом И. В. Тюрина в модификации В. В. Пономаревой и Т. А. Плотниковой [5], pH_{KCl} – стандартным потенциометрическим методом по методу ЦИНАО (ГОСТ 26483-85) и оценивали некоторые параметры гумусового состояния почв [6]. Пересчетный коэффициент с углерода органических веществ почвы на гумус – 1,724.

Результаты и их обсуждение

Содержание органического вещества в исследованных почвах г. Бреста варьировало в широком диапазоне значений (0,66 – 6,09 %) ввиду крайней неоднородности их генезиса и характера использования. Среднее содержание углерода органических веществ ($\text{C}_{\text{орг}}$) в исследованных почвах было $1,66 \pm 0,23 \%$, что в пересчете на гумус составило $2,87 \pm 0,40 \%$. Данное значение было выше среднего значения для пахотных почв как в целом по Республике (2,24 %), так и по Брестской области (2,48 %). Как показывают исследования, в городских почвах накопление органического вещества в первую очередь идет за счет растительного компонента, бытового мусора, техногенных углеродов, сажи, резиновой и асфальтовой пыли, продуктов сгорания ТЭЦ и др. [7; 8].

Наиболее обеспеченными почвенным органическим веществом оказались почвы, прилегающие к железнодорожному полотну. Среднее содержание углерода органического вещества здесь было $2,94 \pm 0,31$ % или $5,07 \pm 0,53$ % в пересчете на гумус, что составило 138,3 % от среднего значения для пахотных почв Республики Беларусь (рисунок 1).

Эти территории отличались мощной дерниной и густым травостоем, состоящим из злаковой растительности, что, скорее всего, и явилось основным фактором высокой обеспеченности гумусом данной почвы. Данный показатель, по классификации Д. С. Орлова и Л. А. Гришиной, относился к градации среднего содержания гумуса в минеральном слое почвы [6], тогда как для условий Беларуси такое содержание органического вещества в почве является высоким даже для почв улучшенных сенокосов и пастбищ. По содержанию органического вещества выделяется почвенный образец, взятый в пределах железнодорожной станции Брест-Полесский (ГП-12), где содержание гумуса достигало 6,09 %.

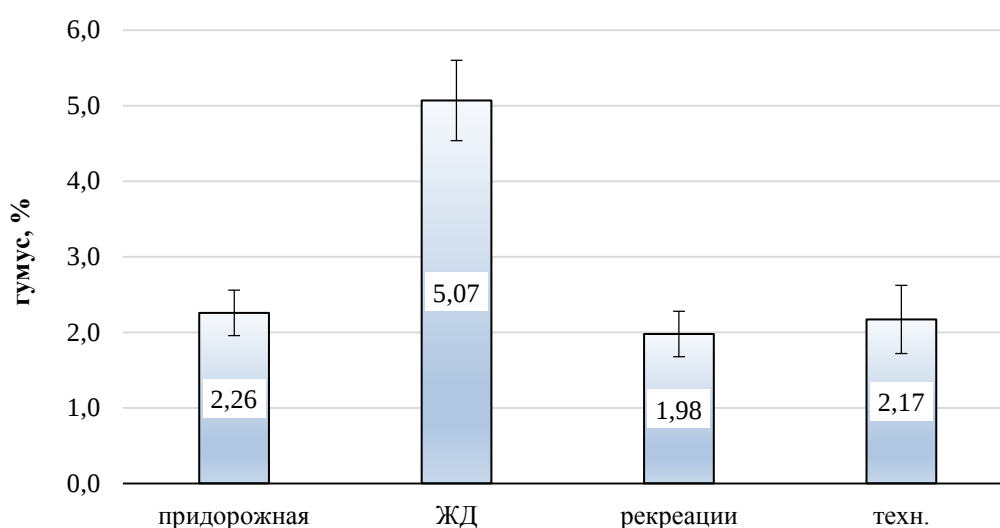


Рисунок 1 – Содержание гумуса в почвах г. Бреста

В почвах, расположенных в окрестностях придорожных территорий и техногенных объектов, содержание гумуса было ниже, чем в железнодорожной почве, но тем не менее сопоставимо или выше среднего значения для Беларуси (рисунок 1). Для почв, расположенных вдоль автомобильных путей сообщения, преимущественно отмечается наличие газонов, занятых специально разработанными смесями злаковых трав, за которыми регулярно осуществляется уход (подсев, скашивание и т. д.), что, несмотря на интенсивное воздействие со стороны автомобильного транспорта, способствует формированию значительного подземного опада. Таким образом, в пределах придорожных территорий содержание гумуса в среднем составило $2,26 \pm 0,30$ %. Обеспеченность органическим веществом почв территорий, прилегающих к различным техногенным объектам, также была удовлетворительной ($2,17 \pm 0,40$ %).

Анализируя данные по почвам придорожных территорий, следует учитывать, что почвы, составляющие данные территории, в своем большинстве сформировались вдоль городских дорог не в результате почвообразовательного процесса, а появились в результате планировочных мероприятий по благоустройству территорий, т. е. преимущественно являются привозными. Вследствие этого данные почвы обладают весьма широким диапазоном значений по всем регистрируемым показателям, преимущественно, по нашему мнению, унаследованных. Так, например, содержание гумуса в данных почвах варьирует от 0,76 % (ул. Крушинская – ГП-43) до 6,09 % (по ул. Лейтенанта

Рябцева – ГП-2), а коэффициент вариации составляет 0,57. При этом содержание гумуса в данных почвах не зависело от интенсивности движения автомобильного транспорта ($r = 0,08$), что также говорит в пользу значительной гетерогенности придорожных почв. Более высокие показатели гумусированности придорожных почв регистрировались на участках с визуально более плотным травянистым покровом, что, с одной стороны, может быть причиной повышенной гумусированности данных почв, а с другой – богатый напочвенный покров придорожных территорий является следствием плодородия почв, послуживших материалом для планировочных мероприятий.

Содержание гумуса в почвах рекреационных территорий, к которым относились как почвы во дворах, так и почвы парков, также значительно варьировало ($CV = 0,53$). Среди исследованных дворовых почв наибольшая обеспеченность органическим веществом была выявлена во дворе пер. Сосновый (ГП-19) – 1,39 % $C_{орг}$, что в перерасчете на гумус составило 2,40 %. В почвенном образце, относящемся к дворовой территории по ул. Пушкинской (ГП-14), содержание гумуса было в 1,3 раза меньше, притом визуально состояние травянистого покрова было значительно лучше, а гранулометрический состав почв в обоих случаях был связнопесчаным. Наименьшая обеспеченность почвенным органическим веществом была выявлена во дворе, относящемся к Партизанскому проспекту (ГП-47), – 1,55 % гумуса. Таким образом, среднее содержание гумуса в исследованных дворовых территориях г. Бреста составило $1,91 \pm 0,25$ %.

Обеспеченность почвенным органическим веществом почв парковых территорий г. Бреста составила в среднем $1,16 \pm 0,40$ % $C_{орг}$. Низкое значение показателя содержания гумуса и его значительная вариация объясняется как отчуждением опада, являющегося важным источником поступления органики, уборкой, так и тем, что для исследования были использованы также почвенные образцы, представляющие собой переуплотненную почву тропинок в парке Воинов-интернационалистов. Так, среднее содержание гумуса в условиях переуплотнения под влиянием вытаптывания было в 2,25 раза ниже, чем в почве, расположенной лишь в 50 см от края тропинки (0,83 % и 1,86 % соответственно), что свидетельствует не только о значительном ухудшении показателей физических свойств почв в условиях значительной антропогенной нагрузки, но и о дефиците поступления свежего органического вещества с почвенной поверхности. Наиболее высокое содержание гумуса в границах парковых территорий выявлено в почвенном образце парка «1 Мая» (ГП-24) – 3,97 %. Сопоставимый по значению показатель гумусированности почв мы выявили также и в почве сквера «Южный» (ГП-31) – 3,86 %. В почвенных образцах других исследованных рекреационных территорий города (парк «Дубровка», парк Воинов-интернационалистов, лесной массив в окрестностях РУП «Белтаможсервис») содержание гумуса было более низким (0,95 % (ГП-28), 1,97 % (среднее по образцам ГП-5, ГП-7, ГП-8), 1,66 % (ГП-9) соответственно).

Таким образом для исследуемых почв г. Бреста выявлено снижение обеспеченности гумусом в следующем ряду: ЖД > Техногенные > Придорожные > Рекреации. Схожее распределение обеспеченности городских почв гумусом выявлено и в работе В. И. Васенева и др. [9].

Результаты исследования также выявили значительное варьирование показателей фракционно-группового состава гумуса в почвах в зависимости от вида урбанизированных территорий (рисунки 2, 3). Так, если для зональных дерново-подзолистых и дерново-подзолистых заболоченных почв характерен гуматно-фульватный тип гумуса [10; 11], то в почвах урбанизированных территорий качество гумуса возрастает. Так, наиболее качественный состав гумуса (показатель $Сгк/Сфк$) принадлежал почвам, прилежащим к железнодорожному полотну, – качество гумуса варьировало от гуматно-фульватного с высокой долей гуминовых кислот ($Сгк/Сфк = 0,89$) в почвенном образце с ул. Орджоникидзе (ГП-3), где отмечается наименьшая интенсивность железнодорож-

ного движения, до гуматного ($C_{ГК}/C_{ФК} = 1,72$) в образце почвы с окрестностей железнодорожного переезда по ул. Суворова (ГП-22). Средний показатель относительного содержания гуминовых кислот и фульвокислот изученных железнодорожных почв г. Бреста составил 1,33 и определяется как фульватно-гуматный.

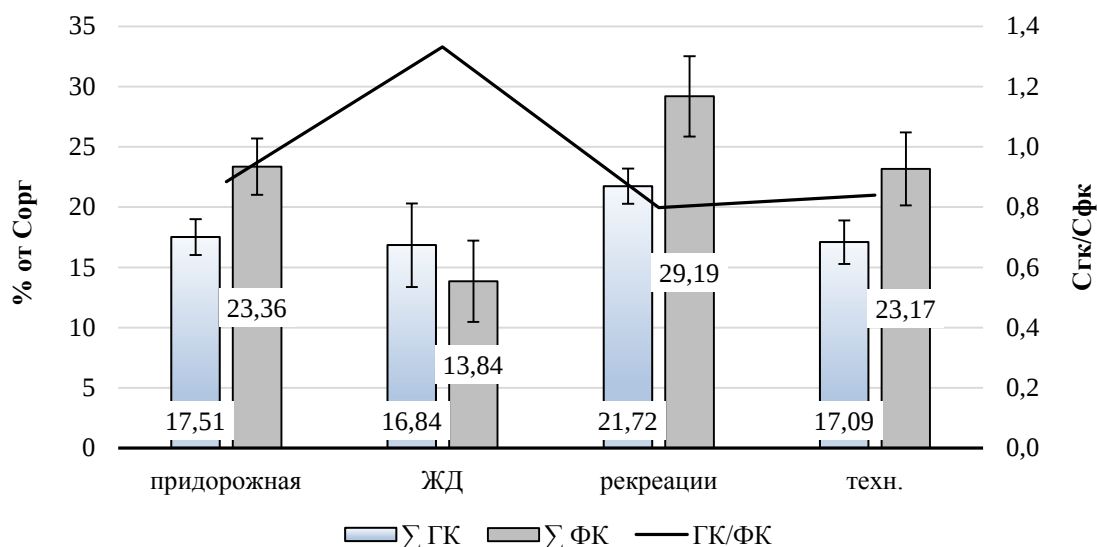


Рисунок 2 – Качественный состав гумуса почв урбанизированных территорий г. Бреста

Несмотря на значительное преобладание гуминовых кислот в групповом составе гумуса данных почв, степень гумификации органического вещества, тем не менее, остается слабой. Отношение ГК к общему углероду органических веществ ($C_{ГК}/C_{орг}$) составляет чуть более 16 %. Доля экстрагируемых гумусовых веществ в данных почвах в целом также низкая, о чем свидетельствует высокое содержание негидролизуемого остатка, доля которого в образце ГП-22 железнодорожного переезда на ул. Суворова превышает 82 %. Средняя же доля негидролизуемого остатка практически достигает 70 % (рисунок 3).

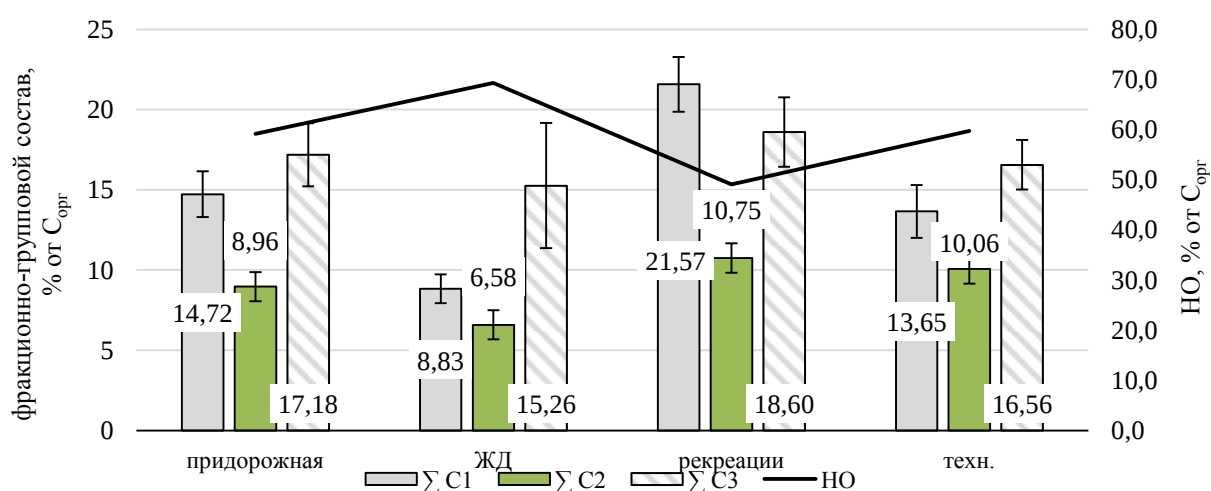


Рисунок 3 – Фракционно-групповой состав гумуса почв урбанизированных территорий г. Бреста

Почвы, находящиеся под воздействием железнодорожного транспорта, также отличаются крайне низким содержанием «агрессивной» фракции фульвокислот – ФК-1а. Доля данной фракции в среднем составила 0,83 % от $C_{орг}$, при том что в почвенном образце ГП-22 она полностью отсутствовала либо находилась в количествах ниже порога чувствительности применяемого метода. В почвенном образце ГП-12, где отмечается наименьшая нагрузка железнодорожного транспорта, наблюдается незначительный рост доли ФК-1а до 1,58 % от $C_{орг}$.

Доля подвижных фракций (ГК-1 + ФК-1 + ФК1а или $\Sigma C1$) в почвах, испытывающих влияние железнодорожного транспорта, в целом также была наиболее низкой среди всех изученных категорий урбанизированных территорий (рисунок 3). Среднее содержание данной группы фракций не достигало здесь даже 10 %, а наименьшее содержание данной группы веществ определялось в почве, подверженной наиболее интенсивным нагрузкам, – 4,53 %, что является крайне низким показателем. Низкие значения данного показателя, равно как и высокой доли негидролизуемого остатка, могут свидетельствовать о слабой трансформации свежего органического вещества, в достатке поступающего в почву на исследуемых территориях, вследствие угнетения почвенного микробиологического комплекса. Наиболее же высокое среднее содержание подвижных фракций гумуса отмечено для почв рекреационных территорий – $\Sigma C1 = 21,57$ % от $C_{орг}$ – и особенно для хвойного массива в окрестностях РУП «Белтаможсервис», где этот показатель превышал 41 % от $C_{орг}$.

На фоне низкой гидролизуемости почвенного органического вещества железнодорожных почв также отмечается и низкое содержание фракции, связанной преимущественно с ионами кальция, отвечающей за формирование водопрочной почвенной структуры (ГК-2 = 6,58 %). При этом отмечается преобладание второй фракции гуминовых кислот над фульвокислотами, достигая значений данного показателя в образце почв с железнодорожной станции Брест-Полесский (ГК-2/ФК-2 = 2,9), где нагрузка на почвенный покров наибольшая среди изученных железнодорожных почв.

Схожестью с почвами железнодорожных территорий отличается фракционно-групповой состав гумуса почв автозаправочных станций. В исследованных почвах АЗС также отмечается преобладание гуминовых фракций над фульвовыми, а значение показателя $C_{гк}/C_{фк}$ в среднем составило 1,23, что позволяет отнести гумус данных почв к фульватно-гуматному типу. Преобладание ГК в составе гумуса данных почв происходит за счет ГК фракций, связанных как с кальцием (ГК-2/ФК-2 = 2,25), так и с глинистыми минералами (ГК-3/ФК-3 = 1,16). Почвы АЗС также отличаются очень низкими значениями содержания как фракции ФК-1а – 1,48 %, так и в целом суммы подвижных фракций ($C1$) – 11,67 %, а среднее содержание суммы фракций, связанных с кальцием, было даже меньше в 1,2 раза, чем в железнодорожных почвах, – 5,39 %. Содержание суммы прочно связанных фракций ($C3$) было также сопоставимо с образцами железнодорожных почв – 14,58 %. При этом доля нерастворимого остатка в составе гумуса почв АЗС была высокой – 59,9 – 76,8 %.

Для почв придорожных территорий отмечался гуматно-фульватный состав гумуса ($C_{гк}/C_{фк} = 0,88 \pm 13$) (рисунок 2). Наибольшая доля фульвокислот в составе гумуса придорожных территорий ($C_{гк}/C_{фк} = 0,37$) выявлена сразу в двух почвенных образцах – ГП-43 и ГП-48. В первом случае это объяснимо наличием хвойной растительности, что в совокупности с высоким содержанием фракции ФК-1а является показателем активного подзолообразовательного процесса на данной территории. Тем не менее реакция почвенной среды здесь была нейтральной – pH 6,93. Причина узкого отношения $C_{гк}/C_{фк}$ в почвенном образце ГП-48, отобранном по ул. Московской, пока нам не ясна. Возможно, она унаследована. При этом реакция почвенной среды здесь уже слабощелочная – pH 7,68.

Гуматным составом гумуса отличались почвы придорожных территорий, отобранные вблизи центральной городской больницы (ГП-44) и возле д. 37 Г по ул. Лейтенанта Рябцева (ГП-2) (Сгк/Сфк 2,51 и 1,33 соответственно). Расширение данного показателя обусловлено прежде всего значительным содержанием фракции ГК-3 относительно ФК-3.

Наиболее же неоднозначным признаком почв придорожных территорий являлся показатель содержания «агрессивной» фракции ФК-1а. Значение данного показателя изменяется в диапазоне от 0,31 % (в образце ГП-21, отобранном на оживленном участке ул. Октябрьской революции) до 14,91 % (образец ГП-43, посадка сосны, примыкающая к краю проезжей части по ул. Крушинская). При этом ни с одним из регистрируемых показателей содержание ФК-1а не коррелировало.

Почвы парков г. Бреста и почвы дворовых территорий были схожи по значению показателя качества гумуса – Сгк/Сфк (0,89 и 0,85 соответственно). Почвы исследованных рекреационных территорий г. Бреста отличались значительной долей фракций, преимущественно связанных с Ca^{2+} . Наибольшая доля данной фракции была представлена в почвенном образце, взятом на территории центрального парка культуры и отдыха, – 13,90 % от $\text{C}_{\text{орг}}$. При этом столь высокое содержание обусловлено высокой долей наиболее ценной фракции – ГК-2 (10,30 %). Высокое содержание подвижных фракций отмечено в составе гумуса почв лесопарка «Дубрава», расположенного в северной части областного центра. Растительный покров парка состоит из древесных растений широколиственных пород: клена, дуба, липы, граба и др. Особенностью данного парка является то, что растительный опад практически не отчуждается и со временем поступает в почву, что и является причиной высокой доли подвижных фракций в составе гумуса. Тем не менее общее содержание гумуса в почве парка «Дубрава» крайне низкое – 0,95 %. Также следует отметить повышенное содержание фракции ФК-1а (6,57 %) в почве данного парка, что может свидетельствовать о начинающихся процессах подзолообразования, несмотря на состав растительности.

Уплотнение почв способствовало увеличению содержания группы фракций С1 (+26,3 %) и незначительно доли негидролизуемого остатка (+7,7 %).

В почвах исследованных дворовых территорий содержание наиболее подвижной и агрессивной фракции ФК-1а было незначительным и не превышало 2,23 % со средним значением 1,90 %. Степень гумификации органического вещества данных почв определялась как средняя и слабая. При этом доля негидролизуемого остатка превышала 50 %, со средним показателем данного параметра 55,73 %. Также в составе гумуса этих почв отмечается высокое содержание фракций, связанных с кальцием. Особенно высокая доля данной фракции отмечена в почвенном образце ГП-19, взятом во дворе многоэтажной застройки в пер. Сосновый, – 17,87 %.

Заклучение

Содержание органического вещества в исследованных почвах г. Бреста варьировало в широком диапазоне значений (0,66–6,09 %) ввиду крайней неоднородности их генезиса и характера использования. Наиболее обеспеченными почвенным органическим веществом оказались почвы, прилегающие к железнодорожному полотну ($5,07 \pm 0,53$ %). Выявлено снижение обеспеченности гумусом в ряду ЖД > Техногенные > Придорожные > Рекреационные.

Качественный состав гумуса исследованных урбанизированных территорий – фульватно-гуматный и гуматно-фульватный с высокой долей гуминовых кислот (Сг//Сфк – 0,80–1,33). Почвы г. Бреста отличаются низким содержанием «агрессивной» фракции ФК-1а (< 4 %) и преимущественно невысокой долей С2 (Σ ГК-2 + ФК-2).

Усиление техногенного воздействия на почвенный покров ведет к снижению доли гидролизующих гумусовых веществ и повышению доли негидролизующего остатка (до 82,5 % в железнодорожных почвах, до 73,7–76,8 % в почвах придорожных территорий и техногенных объектов и не более 61 % в почвах рекреационных территорий).

Полученные данные могут служить основой для дальнейшего изучения почвенного покрова города, иметь ценность для прогнозирования последствий техногенного воздействия, а также для использования в почвенном мониторинге урбоэкосистем.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Шергина, О. В. Оценка состояния урбоэкосистемы по параметрам древесных растений и почвенного покрова: на примере г. Иркутска : дис. ... канд. биол. наук : 03.00.16, 03.00.27 / О. В. Шергина ; Сиб. ин-т физиологии и биохимии растений. – Иркутск, 2006. – 291 л.

2. Мамонтов, В. Г. Состав гумуса почв г. Москвы (на примере САО и СЗАО) / В. Г. Мамонтов, Ю. А. Озеров, Л. П. Родионова // Изв. ТСХА. – 2011. – Вып. 5. – С. 8–12.

3. Москвина, Н. В. Органическое вещество почв и техногенных поверхностных образований селитебных районов г. Перми [Электронный ресурс] / Н. В. Москвина, И. Е. Шестаков, Н. В. Митракова // АгроЭкоИнфо : электрон. науч.-производ. журн. – 2021. – № 5. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/5/st_527.pdf.

4. Практикум по агрохимии : учеб. пособие / О. А. Амелянчик [и др.] ; под ред. В. Г. Минеева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд-во МГУ, 2001. – 689 с.

5. Пономарева, В. В. Гумус и почвообразование (методы и результаты изучения) / В. В. Пономарева, Т. А. Плотникова. – Л. : Наука, 1980. – 222 с.

6. Орлов, Д. С. Практикум по химии гумуса / Д. С. Орлов, Л. А. Гришина. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1981. – 272 с.

7. Водяницкий, Ю. Н. Органическое вещество в городских почвах (обзор литературы) / Ю. Н. Водяницкий // Почвоведение. – 2015. – № 8. – С. 921–931.

8. Differences in soil chemical properties with distance to roads and age of development in urban areas / S. J. Park [et al.] // Urban Ecosystem. – 2010. – Vol. 13. – P. 483–497.

9. Васенев, В. И. Разработка подхода к оценке запасов почвенного органического углерода мегаполиса и малого населенного пункта / В. И. Васенев, Т. В. Прокофьева, О. А. Макаров // Почвоведение. – 2013. – № 6. – С. 725–736.

10. Домась, А. С. Фракционный состав гумуса дерново-подзолистых почв Брестского Полесья / А. С. Домась, Н. В. Клебанович // Почвоведение и агрохимия. – 2013. – № 1 (50). – С. 118–125.

11. Домась, А. С. Органическое вещество дерново-подзолистых заболоченных почв юго-западной части Беларуси / А. С. Домась, Н. В. Клебанович // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2013. – № 4. – С. 82–88.

REFERENCES

1. Shergina, O. V. Ocienka sostojanija urboekosistemy po paramietram dreviesnykh rastenij i pochviennogo pokrova: na primierie g. Irkutsk : dis. ... kand. biol. nauk : 03.00.16, 03.00.27 / O. V. Shergina ; Sib. in-t fiziologii i biokhimii rastenij. – Irkutsk, 2006. – 291 l.

2. Mamontov, V. H. Sostav gumusa pochv g. Moskvy (na primierie SAO i SZAO) / V. H. Mamontov, Ju. A. Ozierov, L. P. Rodionova // Izv. TSKhA. – 2011. – Vyp. 5. – S. 8–12.

3. Moskvina, N. V. Organichieskoje vieshchiestvo pochv i tiekhnogiennykh povierkhnostnykh obrazovanij sielitebnykh rajonov g. Piermi [Eliiektronnyj riesurs] / N. V. Moskvina,

I. Je. Shestakov, N. V. Mitrakova // AgroEkoInfo : eliektron. nauch.-proizvod. zhurn. – 2021. – № 5. – Riezhim dostupa: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/5/st_527.pdf.

4. Praktikum po agrokhimii : uchieb. posobiye / O. A. Amiel’janchik [i dr.] ; pod ried. V. H. Miniejeva. – 2-je izd., pierierab. i dop. – M. : Izd-vo MGU, 2001. – 689 s.

5. Ponomariova, V. V. Gumus i pochvoobrazovaniye (mietody i riezul’taty izuchienija) / V. V. Ponomariova, T. A. Plotnikova. – L. : Nauka, 1980. – 222 s.

6. Orlov, D. S. Praktikum po khimii gumusa / D. S. Orlov, L. A. Grishina. – M. : Izd-vo Mosk. un-ta, 1981. – 272 s.

7. Vodianickij, Ju. N. Organichieskoje vieshchiestvo v gorodskikh pochvakh (obzor litieratury) / Ju. N. Vodianickij // Pochvoviedienije. – 2015. – № 8. – S. 921–931.

8. Differences in soil chemical properties with distance to roads and age of development in urban areas / S. J. Park [et al.] // Urban Ecosystem. – 2010. – Vol. 13. – P. 483–497.

9. Vasieniev, V. I. Razrabotka podkhoda k ocienkie zapasov pochviennogo organichieskogo ugljeroda miegapolisa i malogo nasielionnogo punkta / V. I. Vasieniev, T. V. Prokof’jeva, O. A. Makarov // Pochvoviedienije. – 2013. – № 6. – S. 725–736.

10. Domas’, A. S. Frakcionnyj sostav gumusa diernovo-podzolistykh pochv Briest-skogo Polies’ja / A. S. Domas’, N. V. Kliebanovich // Pochvoviedienije i agrokhimija. – 2013. – № 1 (50). – S. 118–125.

11. Domas’, A. S. Organichieskoje vieshchiestvo diernovo-podzolistykh zabolochiennykh pochv jugo-zapadnoj chasti Bielarusi / A. S. Domas’, N. V. Kliebanovich // Viestn. Bielorus. gos. s.-kh. akad. – 2013. – № 4. – S. 82–88.

Рукапіс наступіў у рэдакцыю 04.09.2024